



DNA 被覆ナノ粒子の超格子構造の構造解析

鷲見隼人¹, 田川美穂^{1,2}

¹名古屋大学工学研究科, ²名古屋大学未来材料・システム研究所

キーワード：ナノ粒子, DNA, 超格子構造, X線小角散乱

1. 背景と研究目的

新規材料開発及びナノテクノロジーにおける重要課題の一つに、ナノ粒子等のナノ材料の結合/配置を精密制御し、プログラマブルかつボトムアップ的にアセンブリするための技術開発がある。近年、DNAでナノ粒子を‘コード化’してプログラマブルに結晶化する研究が注目を浴びている。DNAの長さや配列を制御することで、様々なナノ粒子の結晶構造(超格子構造)を作ることができる^[1]。本手法の特徴は、ナノスケールの精度で自由にナノ粒子の配置及び超格子構造をデザインできる点にあり、応用できる技術分野は多岐に渡ると考えられる。DNAを用いる利点としては、同種のナノ粒子だけでなく、素材や大きさの異なる異種ナノ粒子も超格子構造化できる点にある。今期は二種類の異種粒子の超格子構造形成の課題に取り組む。特異な性質を発現すると思われる様々な異種粒子の組み合わせが考えられるが、まずは異種粒子の超格子構造化の方法確立を目指すために、今期は既に我々がDNAとの結合に成功している金ナノ粒子・銀ナノ粒子を用いた。

2. 実験内容

粒径 8.3 nm の金ナノ粒子と銀ナノ粒子にそれぞれ異なる一本鎖 DNA を別々に結合させて、DNA 被覆金ナノ粒子(DNA-AuNP)と DNA 被覆銀ナノ粒子(DNA-AgNP)を作製した。DNA-AuNP と DNA-AgNP、またそれらを互いに架橋するための 2 種類の一本鎖 DNA を 500 mM の Na⁺を含むリン酸緩衝液中で 65 °C から 25 °C まで 0.01 °C/min で徐冷した。以上の方法で作製した DNA-Au-AgNP 二元系超格子の周期構造を調べるために X 線小角散乱測定(SAXS)を行った。DNA-Au-AgNP 超格子はリン酸緩衝液中に存在しているため、試料はΦ 1 mm のキャピラリーに入れて測定した。超格子構造の評価のためにはナノ粒子間干渉に起因する構造因子が必要となる。構造因子の分離に必要なナノ粒子内散乱に起因する形状因子を測定するため、試料ホルダをラバーヒーターで加熱しながら DNA-AuNP と DNA-AgNP の分散溶液を測定した。(高温では DNA 二重螺旋を形成している水素結合が切断され、一本鎖 DNA となり超格子状態から分散状態になる。)

3. 結果および考察

Fig.1 に DNA-Au-AgNP 超格子の SAXS 測定結果を示す。構造因子に起因する回折ピーク位置から DNA-Au-AgNP 超格子は CsCl 型構造であると考えられる(Fig.1 内模式図)。これは DNA の塩基配列の設計から考えられる構造と一致する。DNA 被覆金ナノ粒子のみを用いて作成した超格子に比べ、今回得られた回折ピークの数はいくつか少なかったが、金・銀を用いた二元系超格子の構造解析に初めて成功したことにより、今後様々な異種粒子超格子作成及び構造制御が可能になると考えられる。

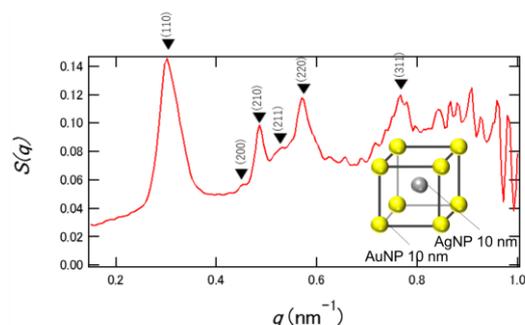


Fig.1 SAXS pattern of DNA-Au-AgNP superlattices.

4. 参考文献

1. D. Nykpanchuk et al., *Nature* 451, 549-552, 2008; R. J. Macfarlane et al., *Science* 334, 204-208, 2011.